**Лекция №8**

**Тема «Спирты. Фенолы»**

План:

1. Классификация кислородсодержащих органических соединений
2. Спирты (алкоголи), их классификация и изомерия
3. Электронное строение одноатомных спиртов
4. Физические и химические свойства
5. Способы получения алканолов
6. Предельные многоатомные спирты
7. Фенолы, их классификация. Электронное строение фенолов
8. Физические и химические свойства фенолов
9. Применение фенола и его производных в медицине

*Конспект лекции*

**1. Классификация кислородсодержащих органических соединений**

Большинство органических соединений можно представить формулой R – X, где R – углеводородный радикал, а X – функциональная группа. Мы изучили кислородсодержащие функциональные группы и классы веществ, в состав которых они входят. Классификацию органических веществ по функциональным группам можно представить в виде таблицы (*см. таблицу 1*.)

**2. Спирты, их классификация и изомерия**

**Спирты** (алкоголи) - производные углеводородов, содержащие в молекуле одну или несколько гидроксильных групп – ОН у насыщенных атомов углерода.

Общая формула спиртов R (ОН)m, где m › 1, определяет атомность спирта.

**Классификация спиртов**

* **по строению УВ радикала**
  1. предельные (*алканолы*)

Например, СН3ОН метанол

* 1. непредельные (*алкенолы и алкинолы*)

Например, СН2=СН─СН2ОН пропен-2-ол-1 (аллиловый спирт)

СН═С─СН2ОН пропин-2-ол-1 (пропаргиловый спирт)

* 1. ароматические

Например,

─СН2ОН фенилметанол (бензиловый спирт)

* **по атомности**
  1. одноатомные (*олы*)

Например, С2Н5ОН этанол

* 1. двухатомные *(диолы)*

Например, СН2ОН ─ СН2ОН этандиол-1,2 (этиленгликоль)

3. трехатомные *(триолы)*

Например, СН2ОН ─ СНОН ─ СН2ОН пропантриол-1,2,3 (глицерин)

**Предельные одноатомные спирты (алканолы) С*п*Н*2п*+*1*ОН, *п* ≥1**

СН3ОН метан***ол*** (метиловый спирт)

С2Н5ОН этан***ол*** (этиловый спирт)

С3Н7ОН пропан***ол*** (пропиловый спирт)

С4Н9ОН бутан***ол***  (бутиловый спирт)

*Характерные виды изомерии*

- изомерия углеродной цепи

- изомерия положения функциональной группы - ОН

- межклассовая изомерия

**3. Электронное строение одноатомных спиртов**

Н

↓ δ+ δ- δ+

R → С → О ← Н

↑

Н

Атомы углерода в алканолах находятся в состоянии *sp3-*гибридизации. Молекулы спиртов представляют собой диполи. Они содержат полярные связи С─Н, С─О, О – Н. Дипольные моменты связей С→О и О←Н направлены в сторону атома кислорода, поэтому он имеет частичный отрицательный заряд δ-, а атомы углерода и водорода - частично положительные заряды δ+.

Полярность связи О─Н больше полярности связи С─О вследствие большей разности электроотрицательностей кислорода и водорода. Однако полярность и этой связи является недостаточной для диссоциации её с образованием ионов Н+. Поэтому *спирты являются неэлектролитами*.

Полярность связи О─Н и наличие неподеленных пар электронов на атоме кислорода определяют *физические свойства спиртов*. Для спиртов характерно образование межмолекулярных водородных связей:

Нδ+─Оδ….Нδ+─Оδ-….Нδ+─Оδ

\ \ \

R R R

Поэтому в гомологическом ряду спиртов нет газообразных веществ. Все алканолы легче воды, жидкие имеют резкий запах, твердые запаха не имеют. Метанол, этанол пропанол неограниченно растворяются в воде, с увеличением числа атомов углерода растворимость алканолов в воде уменьшается, высшие спирты в воде не растворяются.

**4. Физические и химические свойства**

### По физическим свойствам спирты с числом углеродных атомов до 11 это жидкости, а после твердые вещества.

Все спирты легче воды, бесцветны, жидкие имеют резкий запах, твердые запаха не имеют. Метанол, этанол и пропанол неограниченно растворяются в воде, с увеличением числа углеродных атомов растворимость алканолов уменьшается, высшие спирты не растворяются в воде.

В спиртах нет газообразных состояний, это объясняется наличием в молекулах спиртов полярной гидроксильной группы, которая приводит к образованию между их молекулами водородных связей, что приводит к ассоциации молекул, делая их как бы прилипшими друг к другу.

O-H ...O-H ...

│ │

R R

Водородная связь возникает между спиртом и водой.

Химические свойства алканолов определяются особенностями их электронного строения: наличием в их молекулах полярных связей С─Н, С─О, О – Н. Для алканолов характерны реакции, которые идут с расщеплением этих связей: реакции замещения, отщепления, окисления.

*1. Реакции замещения атома водорода гидроксильной группы вследствие разрыва связи О─Н*

а) взаимодействие с активными металлами с образованием алкоголятов

2С2Н5О│ Н + 2Na → 2C2H5ONa + H2↑

реакции протекают только в безводной среде, в присутствии воды алкоголяты полностью гидролизуются:

C2H5ONa +Н2О →С2Н5ОН + NaОН

б) взаимодействие с органическими и неорганическими кислотами с образованием сложных эфиров – *реакция этерификации*

С2Н5О│Н + НО│ОС─СН3 ↔ СН3 – СО─О – С2Н5 + Н2О

этиловый эфир

уксусной кислоты

(этилацетат)

2. *Реакции замещения гидроксильной группы вследствие разрыва связи С─О*

а) взаимодействие с галогеноводородами с образованием *галогеналканов*

С2Н5 [ОН + Н]Br → C2H5Br + H2O

Следует отметить, что спирты можно превратить в галогенпроизводные действием и других реагентов, например, хлоридов фосфора

R─ОН + РСl5 → R─ Сl + РОСl +НСl

б) взаимодействие с аммиаком с образованием *аминов*

С2Н5 [ОН +Н]NН2 → С2Н5─NН2 + Н2О (Аl2О3, t=3000)

этиламин

*3. Реакции отщепления*

а) дегидратация

* межмолекулярная с образованием простых эфиров

С2Н5 [ОН + Н ]ОС2Н5→ С2Н5 ─О─С2Н5 + Н2О (конц.Н2SO4 , t=1400)

диэтиловый

эфир

* внутримолекулярная с образованием алкенов

С2Н5ОН → СН2=СН2 + Н2О (конц.Н2SO4 , t=1700)

Дегидратация вторичных и третичных спиртов протекает по правилу Зайцева: водород отщепляется от более гидрированного атома углерода:

СН3 ─ СН ─СН2─СН3 → СН3─СН=СН─СН3

│ бутен-2

ОН

бутанол-2

б) дегидрирование

При дегидрировании первичных спиртов образуются альдегиды

С2Н5ОН → СН3СОН +Н2 (Сu, t )

В организме человека этот процесс протекает под действием фермента – алкогольдегидрогеназа.

При дегидрировании вторичных спиртов образуются кетоны:

СН3─СН─СН3 → СН3─ С─СН3 +Н2

│ ║

ОН О

диметилкетон (ацетон)

Третичные спирты не дегидрируются

*4. Реакции окисления*

а) горение

Спирты горят на воздухе с выделением большого количества теплоты

С2Н5ОН + 3О2 → 2СО2+3Н2О +Q

б) неполное окисление под действием окислителей (кислород воздуха в присутствии катализатора, например, Сu, перманганата калия, дихромата калия и др.)

Реакции неполного окисления спиртов по своей своим результатам аналогичны реакциям дегидрирования:

С2Н5ОН + [О]→ СН3СОН

**5. Способы получения алканолов**

1. гидратация алкенов

СН2=СН2 + Н2О → С2Н5ОН (Н3РО4, t=3000)

При гидратации гомологов этилена в соответствии с правилом Марковникова образуются вторичные спирты

СН2= СН─СН3 + Н2О → СН2─СН─СН3

│

ОН

2. гидролиз галогеналканов под действием водного раствора NаОН

С2Н5Сl + NаОН→ С2Н5ОН + NаСl

3. гидрирование альдегидов и кетонов ( по месту разрыва π-связи)

СН3СОН + Н2→ СН3СН2ОН

4. этанол получают ферментативным брожением углеводов – глюкозы или крахмала

С6Н12О6 → 2 С2Н5ОН + 2 СО2

**6. Предельные многоатомные спирты**

Свойства предельных многоатомных спиртов рассмотрим на примере *глицерина, или пропантриола -1,2,3*

СН2ОН─СНОН─СН2ОН

По физическим свойствам глицерин – бесцветная , сладковатая на вкус, нетоксичная жидкость, с tкип = 2900, смешивается с водой в любых отношениях.

*Химические свойства*

*1.Реакции замещения атома водорода гидроксильной группы вследствие разрыва связи О─Н*

а) Так же как одноатомные спирты взаимодействует со щелочными металлами, при этом могут образовываться моно-, ди- и тризамещенные продукты:

СН2─ОН СН2─О Nа

│ │

СН─ОН + 2Nа → СН─О Nа + Н2

│ │

СН2─ОН СН2─ОН

б) Как и одноатомные могут вступать в реакции с органическими и неорганическими кислотами с образованием сложных эфиров.

СН2─О[Н СН2─О─ NО2

│ │

СН─О[Н + 3НО]NО2 → СН ─О─ NО2 + 3Н2О

│ │

СН2─О[Н СН2─О ─ NО2 тринитроглицерин

Тринитроглицерин – взрывчатое вещество и одновременно лекарственный препарат: 1%-ный спиртовой раствор нитроглицерина применяется в медицине в качестве средства, расширяющего сосуды сердца.

*2.Реакции замещения гидроксильных групп*

Наиболее известными реакциями этого типа является взаимодействие многоатомных спиртов с галогеноводородами

СН2─[ОН СН2─Cl

│ │

СН ─ОН + Н]Сl → СН─ОH + Н2O

│ │

СН2─ОН СН2─ОН монохлоргидрин глицерина

*3. Качественная реакция на глицерин*

Реакция со свежеосажденным гидроксидом меди (II).

Продуктом реакции является внутрикомплексное («хелатное») соединение, в молекуле которого атом тяжелого металла образует как обычные ковалентные связи Ме─О за счет замещения атомов водорода ОН-групп, так и донорно-акцепторные связи Ме←О за счет неподеленных электронных пар атомов кислорода других ОН-групп.

СН2─О[Н HO─CH2

│ │

СН ─ОН + НО]─Сu─[OH + H]O─CH →

│ голубой осадок │

СН2─ОН HO─CH2

H

СН2─О :O─CH2

│ Сu │

СН ─О: O─ CH +2H2O

│ H │

СН2─ОН HO─CH2

глицерат меди (II), ярко-синий раствор

*Способы получения глицерина*

1. Гидролиз жиров – основной способ получения глицерина

СН2─О─СО─ R СН2─ОН

│ │

СН─О─СО─ R +3 Н2О → СН─ОН + 3 R─СООН

│ │

СН2─О─СО─ R СН2ОН

Гидролиз протекает под действием кислот, щелочей, а также под действием ферментов.

**Применение важнейших спиртов**

Метанол применяется как горючее, растворитель, сырье для органического синтеза (производство уксусной кислоты, формальдегида, пластмасс). Метанол чрезвычайно ядовит: прием внутрь5-10мл приводит к слепоте, 30мл – к смерти.

Этанол применяется в медицине как дезинфицирующее средство и средство для компрессов, используется для приготовления экстрактов и настоек, как растворитель для многих лекарственных препаратов. Кроме этого этанол находит широкое применение в пищевой, парфюмерно-косметической промышленности, а также как сырьё в органическом синтезе (красители, пластмассы, каучук, искусственный шелк и др.).

Наибольшее количество глицерина идет на производство нитроглицерина, который в свою очередь широко используется для производства динамита. Глицерин широко используется в медицине, парфюмерии, в текстильной и кожевенной промышленности.

**7. Фенолы, их классификация. Электронное строение фенолов**

**Фенолы** - производные ароматических углеводородов, содержащие одну или несколько гидроксильных групп у атомов углерода бензольного кольца.

**Классификация фенолов**

По числу гидроксильных групп

- одноатомные *(аренолы)*

- двухатомные *(арендиолы)*

- трехатомные *(арентриолы)*

Фенолы представляют собой полярные соединения (диполи). Бензольное кольцо является отрицательным концом диполя, группа – ОН положительным. Дипольный момент направлен в сторону бензольного кольца

Одна из неподеленных электронов пар атома кислорода –ОН группы вступает в сопряжение с π – системой бензольного кольца. Смещение электронной пары атома кислорода в сторону бензольного кольца приводит к увеличению полярности связи О– Н.

Таким образом, имеет место взаимное влияние атомов в молекуле, что отражается на свойствах фенола.

Фенол С6Н5ОН (карболовая кислота) – бесцветное кристаллическое вещество, на воздухе окисляется и становится розовым, при обычной температуре ограничено растворим в воде, выше 660 смешивается с водой в любых отношениях. Фенол – токсичное вещество, вызывает ожоги кожи, является антисептиком.

**8. Физические и химические свойства фенолов**

По физическим свойствам фенол представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, малорастворимое в воде, токсичное, при хранении на воздухе окисляется и становится розовым.

*1. Диссоциация в водных растворах по кислотному типу*

С6Н5ОН ↔ С6Н5О- + Н+

Таким образом, фенол является слабой кислотой, в этом главное отличие фенолов от спиртов, которые являются неэлектролитами.

*2. Взаимодействие со щелочными металлами*  *(сходство со спиртами)*

С6Н5ОН + 2 Nа → С6Н5ОNа + Н2

фенолят натрия

*3. Взаимодействие со щелочами (отличие от спиртов)*

С6Н5ОН + 2 NаОН → С6Н5ОNа + Н2

*4. Реакции с участием бензольного кольца*

*а) замещение*

- галогенирование

- нитрование (конц.Н2SO4)

*б) присоединения*

гидрирование (Ni, 1500, р)

*5. Качественные реакции на фенолы*

В водных растворах одноатомные фенолы взаимодействуют с хлоридом железа (III) с образованием комплексных фенолятов, которые имеют фиолетовую окраску; окраска исчезает после прибавления сильной кислоты.

**9. Применение фенола и его производных в медицине**

Это один из самых опасных загрязнителей атмосферы, он вызывает онкологические заболевания.

Фенол обладает бактерицидным действием. Фенол свертывает белки и тем самым вызывает гибель микроорганизмов, поэтому производные фенола применяют для обеззараживания медицинских инструментов.

Попадая на кожу фенол проникает через эпителий и вызывает свертывание белков, причиняя тем самым сильные ожоги.

**Фенол** – антисептическое и дезинфицирующее средство. Применяемое для лечения некоторых кожных заболеваний. Используется в синтезе многих лекарственных средств.

3-5% раствор применяется как антисептик, фенол служит сырьем в синтезе лекарственных препаратов, красителей, взрывчатых веществ, синтетических смол и пластмасс.

**Контрольные вопросы для закрепления:**

1. Приведите примеры первичного, вторичного, третичного спирта.
2. Являются ли глицерин и этиленгликоль гомологами? Ответ поясните.
3. Допишите уравнения реакции получения спирта:

СН2 = СН2 + … → С2Н5ОН

СН3- СН2 – Br + … → СН3- СН2 – ОН + …

**Рекомендуемая литература**

- обязательная;

1. Ерохин Ю.М. Химия. Учебник для студ. Сред проф.образ.-М.: Академия, 2006. Гл. 24,

с 307-317.

- дополнительная;

1. Артеменко А.И. Органическая химия.: Изд. 2-е, испр. – М.: Высшая школа, 2001. – 536 с.

- электронные ресурсы.

1. Открытая химия: полный интерактивный курс химии для уч-ся школ, лицеев, гимназий, колледжей, студ. технич.вузов: версия 2.5-М.: Физикон, 2006.
2. КонТрен - Химия для всех. Учебно-информационный сайт. Студентам ХФ, учителям химии, школьникам и абитуриентам URL: <http://kontren.narod.ru/>

3. Химкабинет. Сайт для учителей, учащихся и их родителей. URL:[http://midakva.ucoz.ru/](http://www.uchportal.ru/dir/0-0-1-83-20" \t "_blank)